

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-266677

(43)Date of publication of application : 07.10.1997

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02M 1/12

H03H 7/09

H03K 17/16

(21)Application number : 08-099254

(71)Applicant : TAKAHASHI ISAO

(22)Date of filing : 27.03.1996

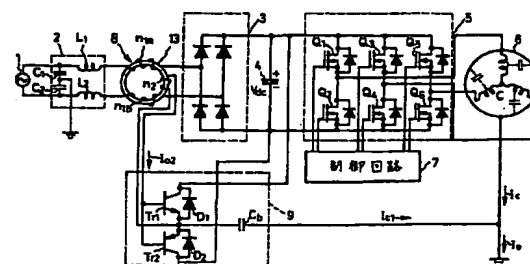
(72)Inventor : TAKAHASHI ISAO

## (54) NOISE REDUCER FOR POWER CONVERTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a noise reducer capable of excellently eliminating noises from a power converter by a simple circuit.

**SOLUTION:** A three-phase induction motor 6 is connected to an inverter device consisting of an AC power 1, a rectifier circuit 3, a filter capacitor 4, and an inverter circuit 5 as load. A leakage current detector 8 is connected between the power supply 1 and the rectifier circuit 3. An N-P-N type first transistor Tr1 is joined between one end of the smoothing capacitor 4 and a case for the motor 6. A P-N-P type second transistor Tr2 is connected between the case for the motor 6 and the other end of the smoothing capacitor 4. The first and second transistors Tr1, Tr2 are driven by an output from the leakage current detector 8, and a current to cancel common-mode noises is injected.



**\* NOTICES \***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The noise reduction equipment characterized by to have the noise compensation current-supply circuit which answers the noise current detected with a noise detection means are noise reduction equipment in the power converter which changes power based on turning on and off of a switching element, and detect the noise current of power Rhine, and said noise detection means, forms said noise current and noise compensating current of the reverse sense, and supplies this noise compensating current to Rhine where the noise current of said power converter is flowing.

[Claim 2] The rectifier circuit where said power converter was connected to AC power supply, and the capacitor for smooth connected between the direct-current output terminals of the pair of said rectifier circuit, It consists of an inverter circuit connected to said capacitor for smooth. Said noise detection means It is the leak current detection means connected between said AC power supply and said rectifier circuits in order to detect the leak current which flows from the load of said inverter circuit to a gland. Said noise compensation current-supply circuit has at least one side of the 2nd current controlling element connected between the 1st current controlling element connected between the end of said capacitor for smooth, and the gland, the other end of said capacitor for smooth, and KURANDO. Said 1st and 2nd current controlling elements are noise reduction equipment according to claim 1 characterized by being what answers the current detected with said leak current detection means, and supplies noise compensating current.

[Claim 3] The rectifier circuit where said power converter was connected to AC power supply, and the capacitor for smooth connected between the direct-current output terminals of the pair of said rectifier circuit, A line filter including the series circuit of the 1st and 2nd capacitors for line filters connected between power Rhine between the inverter circuit connected to said capacitor for smooth, and said AC power supply and said rectifier circuit, It changes and said noise detection means is a normal mode noise detection means connected between the series circuits of the said AC-power-supply, said 1st, and 2nd capacitors for line filters. since — The 1st current controlling element by which said noise compensation current-supply circuit was connected between the Points of Interface of the end [ of said capacitor for smooth ], said 1st, and 2nd capacitors for line filters, It has at least one side of the 2nd current controlling element connected between said Points of Interface and other ends of said capacitor for smooth. Said 1st and 2nd current controlling elements are noise reduction equipment according to claim 1 characterized by being what answers the normal mode noise detected with said normal mode noise detection means, and supplies noise compensating current.

---

[Translation done.]

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the noise reduction equipment in the power converter containing switching elements, such as inverter equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional inverter equipment shown in drawing 1 consists of the rectifier circuit 3 connected to AC power supply 1 through the line filter 2, the capacitor 4 for smooth connected between the output terminals of the pair of a rectifier circuit 3, and the inverter circuit 5 connected to the capacitor 4 for smooth. A line filter 2 changes from the reactor L connected to the serial, respectively to three power Rhine between three-phase-circuit AC power supply 1 and a rectifier circuit 3, and removes a RF noise component. An inverter circuit 5 is the output voltage V0 in which Pulse Density Modulation (PWM) was carried out by this turning on and off including switching element Q, such as IGBT (insulated-gate bipolar transistor). It generates. In drawing 1, the three-phase induction motor 6 is connected as a load of an inverter circuit 5.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, output voltage V0 of an inverter circuit 5 Since it is a pulse-electrical potential difference, it leaks to the electrostatic capacity C, i.e., the straight capacitance, between each coil of an induction motor 6, and a gland, and it is Current Ic. It flows by  $C-dv/dt$ . Since  $dv/dt$  is about  $s\ 3000\ v/\mu$  when switching element Q is the third generation IGBT, the pulse current of 1000pF, then about 3 A flows electrostatic capacity. This pulse current flows the circuit which consists of AC power supply 1, an induction motor 6, and a gland as a common mode noise of a RF. Although a line filter 2 has an operation of noise rejection, it becomes impossible to fully acquire the noise rejection effectiveness with the rise of the on-off frequency of switching element Q. Although the power source 1 of drawing 1 is a three phase, in the case of single phase, the noise of KOMOMMO-DO occurs similarly. Moreover, it leaks, also when the middle point of a three-phase induction motor 6 is grounded, and a current, i.e., the zero phase current, flows as a common mode noise. The above common mode noise becomes generating of electrification, and the cause of a ground breaker of operation. In addition, in the power converter containing a switching element, the normal mode which \*\*\*\* the circuit which results in the motor 6 as a load, and flows also becomes a problem from a power source 1. Although a noise is removable to some extent with the filter which consists of the combination of a reactor or a reactor, and a capacitor, in order to heighten the noise rejection effectiveness, it is necessary to use a big reactor, and a noise filter becomes on a large scale and expensive.

[0004] Then, the purpose of this invention is shown in attaining the miniaturization of noise reduction equipment, low-cost-izing, and high-performance-izing of a power converter.

[0005]

[Means for Solving the Problem] A noise detection means for this invention for attaining the above-mentioned purpose to be noise reduction equipment in the power converter which changes power based on turning on and off of a switching element, and to detect the noise current of power Rhine, Answer the noise current detected with said noise detection means, and said noise current and noise compensating current of the reverse sense are formed. It is involved in the noise reduction equipment characterized by having the noise compensation current-supply circuit which supplies this noise compensating current to Rhine where the noise current of said power converter is flowing. In addition, as shown in claim 2, it can constitute so that common mode noise may be reduced. Moreover, it can constitute so that a normal mode noise may be reduced, as shown in claim 3.

[0006]

[Function and Effect of the Invention] According to invention of each claim, the compensating current for negating a noise component by work of one side of the 1st and 2nd current controlling elements or both can be poured in. That is, a noise can be reduced by active filter

actuation. Therefore, according to invention of each claim, compared with the filter based on passive elements, such as a reactor, the miniaturization of noise reduction equipment, low-cost-izing, and high performance-ization are attained. Moreover, according to invention of claim 2, reduction of common mode noise can be attained easily and good. Moreover, according to invention of claim 3, reduction of a normal mode noise can be attained easily and good.

[0007]

[The 1st example] Next, the inverter equipment of the 1st example is explained with reference to drawing 2 and drawing 3. The inverter equipment shown in drawing 2 consists of the bridge type full wave rectifier circuit 3 connected to AC power supply 1 through the line filter 2, the capacitor 4 for smooth connected between the output terminals of the pair of this rectifier circuit 3, and the three phase inverter circuit 5 connected to this capacitor 4 for smooth. the 1st and 2nd capacitors C1 for line filters which the line filter 2 was connected between AC-power-supply Rhine of a pair, and were connected to the serial, and C2 The 1st and 2nd reactors L1 connected to the serial in AC-power-supply Rhine of a pair, respectively, and L2 from — it changes. In addition, a capacitor C1 and C2 It is the high-frequency capacitor of low capacity comparatively, and is a reactor L1 and L2. An inductance is comparatively small.

[0008] An inverter circuit 5 is the 1st and 2nd switching elements Q1 which consist of the insulated gate field effect transistor of the structure where the source was connected to the substrate, and Q2. A series circuit is connected between DC-power-supply Rhine of a pair, and it is the 3rd and 4th switching elements Q3 and Q4 further. A series circuit, the 5th and 6th switching elements Q5, and Q6 It is the well-known three phase bridge type inverter which connected the series circuit between DC-power-supply Rhine of a pair. the 1- the 6th switching element Q1 -Q6 On-off control is carried out by the well-known approach by the PWM pulse supplied from the control circuit 7.

[0009] Three phase output Rhine of an inverter circuit 5 is connected to each phase winding of the 1.5kW three-phase induction motor 6 roughly shown by drawing 2. The motor 6 has electrostatic capacity C between glands. Therefore, if the pulse-like electrical potential difference outputted from an inverter circuit 5 is impressed to a motor 6, it will leak to a gland and a current, i.e., the noise current of KOMOMMO-DO, will flow. In addition, the path of the leak current by the side of a power source 1 is touch-down Rhine (not shown) of a power source 1, the capacitor C1 for line filters, and C2. It is the straight capacitance of between a node and glands and AC-power-supply Rhine.

[0010] The inverter equipment of drawing 2 has the leak current detector 8 as a noise detection means, and noise reduction equipment which consists of the noise compensation current-supply circuit 9. the annular core 13, and two 1 order coil n1a and n1b and one secondary coil n2 with which the leak current detector 8 consists of a ferrite from — it is the 0 phase CT which changes and the leak current (zero phase current component) Ise which consists of the difference of the current of power-source Rhine of a pair is detected. This sake. Two 1 order coil n1a and n1b are connected to the serial in power-source Rhine of the pair between AC power supply 1 and a rectifier circuit 3, respectively. in addition, the cross section of a core 13 - 50mm<sup>2</sup> it is — 1 order coil n1a, n1b, and secondary coil n2 The number of turns is 10.

[0011] the noise compensation current-supply circuit 9 — the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 as 1st and 2nd current controlling elements, and the 1st and 2nd diodes D1 and D2 Coupling capacitor Cb from — it changes. For Tr1, electrostatic capacity is [ the 1st transistor of an NPN mold ] the coupling capacitor Cb of 1000pF and proof-pressure 1vK between the end of the capacitor 4 for smooth, the iron core of a motor 6, a frame, or covering. It minds and connects. The 2nd transistor Tr2 of an PNP mold is the capacitor Cb for association between the other end of the capacitor 4 for smooth, the iron core of a motor 6, a frame, or covering. It minds and connects. The 1st transistor Tr1 is an NPN mold, the 2nd transistor Tr2 is an PNP mold, and the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 have a reverse polarity mutually. The base (control terminal) of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 is connected to one output Rhine of the zero phase current detector 8, and the Point of Interface of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 is connected to output Rhine of another side of the zero phase current detector 8. Therefore, the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 operate conversely mutually. The 1st and 2nd diodes D1 and

D2 In order to protect the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2, it connects with reverse juxtaposition at this etc. In addition, it is required that the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 should be a high current amplification factor, a RF, and high pressure-proofing, and they are  $h_{fe}=200$ ,  $f_T=140\text{microHz}$ , and  $V_{CEO}=160\text{V}$ . Moreover, covering of a motor 6 is connected to the gland by the earth wire.

[0012] Next, actuation of the inverter equipment of drawing 2 is explained. The alternating voltage of a power source 1 is rectified in a rectifier circuit 3. Smooth [ of the output voltage of a rectifier circuit 3 ] is carried out by the capacitor 4 for smooth, and it turns into input voltage of an inverter circuit 5. the 1- of the three phase inverter circuit 5 — the 6th SWITCHIGU component Q1 -Q6 On-off control is carried out by the well-known PWM pulse. A three-phase induction motor 6 is driven with the output voltage of an inverter circuit 5.

[0013] As drawing 1 explained, electrostatic capacity C is between the motor 6 as a load, and a gland. Therefore, whenever an electrical potential difference is impressed in pulse from an inverter circuit 5, it leaks through electrostatic capacity C, and it is Current  $I_c$ , i.e., the zero phase current. It flows. The leak current detector 8 leaks in the input line of a rectifier circuit 3, detects a current, and drives the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2. The smaller one of the leak current detector 8 N, i.e., the turn ratio of CT, is good. It leaks with the value  $I_{O1}$  of the actual zero phase current, and the relation of  $I_{O1}=NI_{O2}$  between the output currents  $I_{O2}$  of the current detector 8 is. If the output current  $I_{O2}$  of the leak current detector 8 flows into the base of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2, this will be amplified with transistors Tr1 and Tr2. When the 1st transistor Tr1 is ON, they are the capacitor 4 for smooth, the 1st transistor Tr1, and a coupling capacitor  $C_b$ . The switching element Q2 of the electrostatic capacity C of a motor 6, and the inverter circuit 5 bottom, Q4, and Q6 Noise compensating current flows to the closed circuit which consists of either, and it negates, the leak current, i.e., the zero phase current, of a motor 6. The compensating current  $I_{c1}$  to which the current amplification factor of the 1st transistor Tr1 is supplied through  $h_{fe}$ , then the 1st transistor Tr1 is  $h_{fe}I_{O2}$ . Since  $I_{O2}$  is  $NI_{O1}$ ,  $I_{c1}$  is shown by the degree type.

$$I_{c1}=h_{fe}I_{O2}=h_{fe}(NI_{O1})$$

The current  $I_{O1}$  by the side of [ the leak current detector 8 ] primary is shown by the degree type.

$$I_{O1}=I_c - I_{c1}=I_c - h_{fe}(NI_{O1})$$

Therefore, the value of  $I_{O1}$  is determined by the degree type.

$$I_{O1}=I_c / (1+Nh_{fe})$$

When the value of  $Nh_{fe}$  is enlarged so that clearly from this formula, the current (leak current component)  $I_{O1}$  in AC-power-supply Rhine changes small. Now, it is set to  $N=1$ ,  $h_{fe}=100$ , then  $I_{O1}=I_c / 101$ , and the leak current of a motor 6 can be made or less into  $1/100$ .

[0014] When the 2nd transistor Tr2 is ON, it is the switching element Q1 of a capacitor 4 for smooth, and inverter circuit 5 top, Q3, and Q5. The electrostatic capacity C and the coupling capacitor  $C_b$  of either and a motor 6 Noise compensating current  $I_{c1}$  flows in the closed circuit of the 2nd transistor Tr2. The noise reduction effectiveness by this noise compensating current is produced like the time of the 1st transistor Tr1 being ON. The noise reduction control system of drawing 2 is a proportional control feedback system, leaks in active and compensates a current. In addition, coupling capacitor  $C_b$  It is an object for DC cut and is needed at the time of a compressive test.

[0015] Drawing 3 is the leak current  $I_c$  of drawing 2. Compensating current  $I_{c1}$  and current  $I_0$  of an earth wire A measurement wave is shown. From now on, it can be made to 2% or less before compensating a leak current so that clearly. Moreover, since Tr1 and Tr2 of the 1st and 2nd transistors are reversed polarity mutually in the circuit of drawing 2, it is one secondary coil  $n2$ . Control of two transistors Tr1 and Tr2 is attained with an output, and circuitry becomes easy.

[0016]

[The 2nd example] Next, the inverter equipment of the 2nd example is explained with reference to drawing 4. However, in drawing 4, the same sign is substantially given to the same part with drawing 2, and the explanation is omitted. The inverter equipment of drawing 4 has noise compensation current-supply circuit 9a for reducing normal mode noise detector 8a and the

Normal noise. Normal mode noise detector 8a consists of the transformer, i.e., CT11 and the filter 12 for a noise component extract, prepared between the power source 1 and the line filter 2. CT11 is 1st and 2nd 1 order coil n1a and n1b which were connected to the serial in AC-power-supply Rhine of a pair. The annular magnetic-substance core 13 constitutes the output winding n2 as \*\* at winding \*\*\*\*\*. output winding n2 of CT11 \*\*\*\* — the sum of the current of 1 order coil n1a and n1b is obtained. Since a normal mode noise flows like a normal current, a noise current and a normal current are distinguished with a frequency. Since it is a commercial alternating current power source, for example, is 50Hz low frequency, a power source 1 is the secondary coil n2. The connected filter 12 is constituted so that a frequency component higher than the frequency of the alternating voltage of a power source 1 may be extracted.

[0017] One output Rhine of a filter 12 is connected to the base of the 1st transistor Tr1 of an NPN mold, and the base of the 2nd transistor Tr2 of an PNP mold, and output Rhine of another side is connected to the Point of Interface of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2.

[0018] The collector of the 1st transistor Tr1 is connected to the top terminal of the capacitor 4 for smooth like drawing 2 , and the collector of the 2nd transistor Tr2 is connected to the bottom terminal of the capacitor 4 for smooth. The Point of Interface of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 is two capacitors C1 of a line filter 2, and C2. It connects with the Point of Interface.

[0019] Switching element Q1 -Q6 of the inverter circuit 5 of drawing 4 It turns on and off on the high frequency of about 20kHz like drawing 2 . the case where supply of noise compensating current with the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 is not performed in the circuit of drawing 4 — the 1- the 6th switching element Q1 -Q6 The noise of normal mode occurs by turning on and off. The noise of normal mode is a power source 1 and a reactor L1. The diode and the reactor L2 of the top diode of a rectifier circuit 3, the switching element of an inverter circuit 5 top, a motor 6, the switching element of the inverter circuit 5 bottom, and the rectifier-circuit 3 bottom It flows to a closed circuit. Reactor L1 And L2 All of noises are unremovable although it has the operation which controls a RF noise. Therefore, a noise current flows to a power source 1. So, in the circuit of drawing 4 , normal mode noise detector 8a detects the normal mode noise of high frequency, and the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 are driven by this. When the 1st transistor Tr1 is ON, the compensating current for negating a noise component by this is supplied.

[0020]

[Modification(s)] This invention is not limited to an above-mentioned example, and the next deformation is possible for it.

(1) As the circuit of drawing 2 is transformed and is shown in drawing 5 , it can leak and a line filter 2 can be connected between the current detector 8 and a rectifier circuit 3.

(2) The power source 1 of drawing 2 can be used as a three-phase-alternating-current power source, a rectifier circuit 3 can be made into a three phase bridge rectifier circuit, and the leak current detector 8 can be used as the zero phase current detector of a three phase.

(3) Switching element Q1 -Q6 To consider as a bipolar transistor and transistors Tr1 and Tr2 can be used as another current controlling elements, such as FET.

(4) An inverter circuit 5 can be made into a single phase inverter circuit.

(5) When controlling only the noise component of one direction, one side of the 1st and 2nd transistors Tr1 and Tr2 can be excluded.

(6) This invention is applicable also to the circuit which connects the middle point of three coils of an induction motor 6, i.e., the middle point of a three phase load, to a gland.

---

[Translation done.]

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing conventional inverter equipment.

[Drawing 2] It is the circuit diagram showing the inverter equipment of the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is the wave form chart showing the current of each part of drawing 2 .

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the inverter equipment of the 2nd example.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing the inverter equipment of a modification.

### [Description of Notations]

5 Inverter Circuit

6 Induction Motor

8 Leak Current Detector

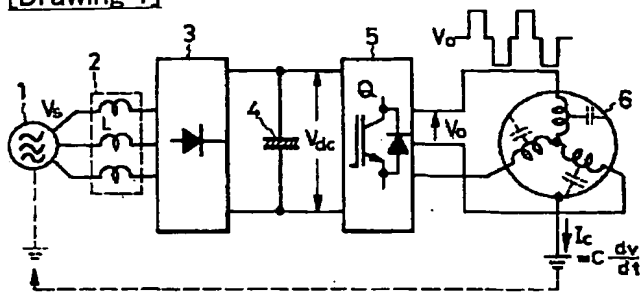
Tr1, Tr2 Transistor for compensation current supply sources

---

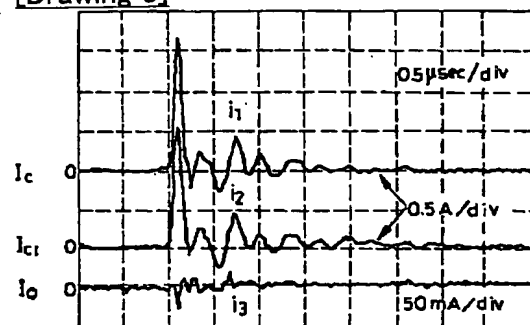
[Translation done.]

## DRAWINGS

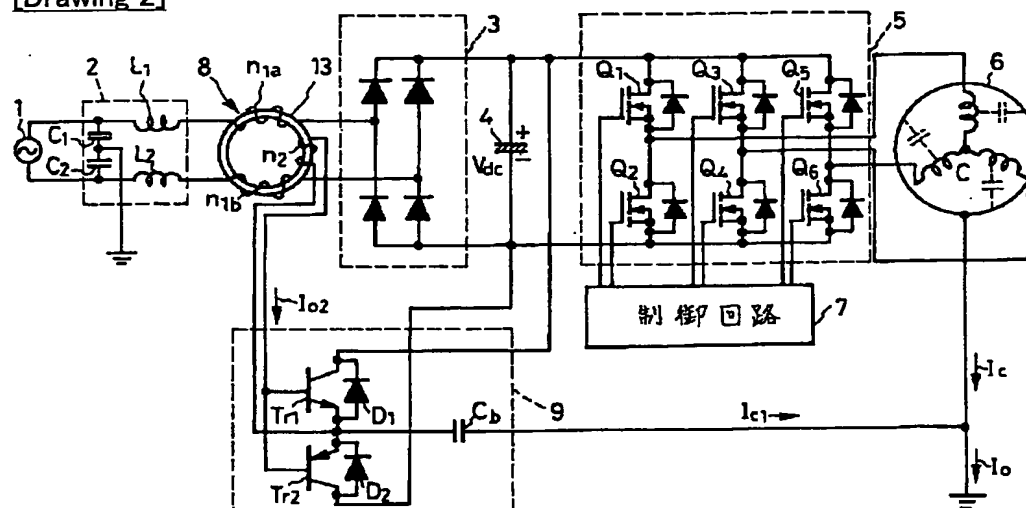
[Drawing 1]



[Drawing 3]

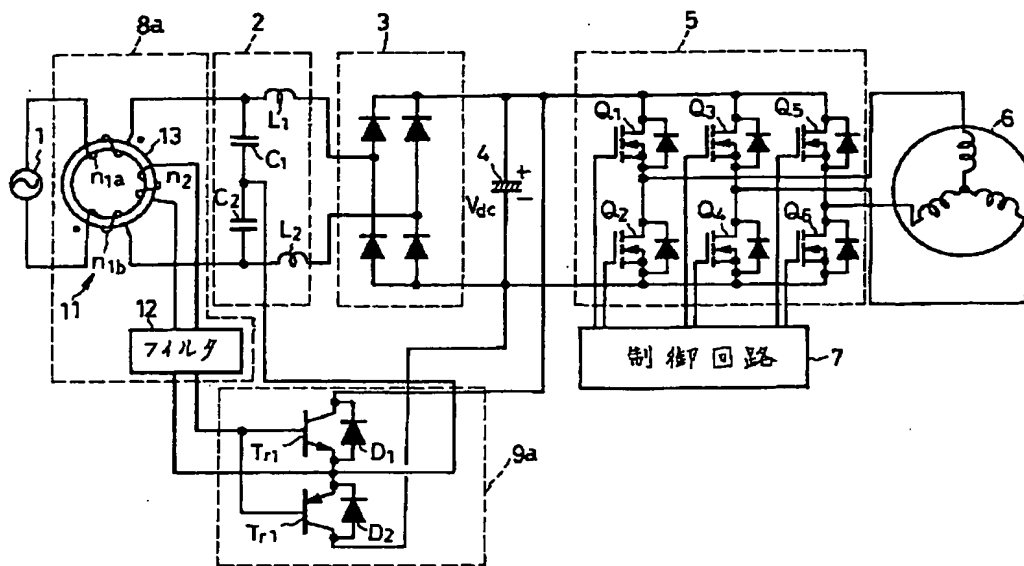


[Drawing 2]

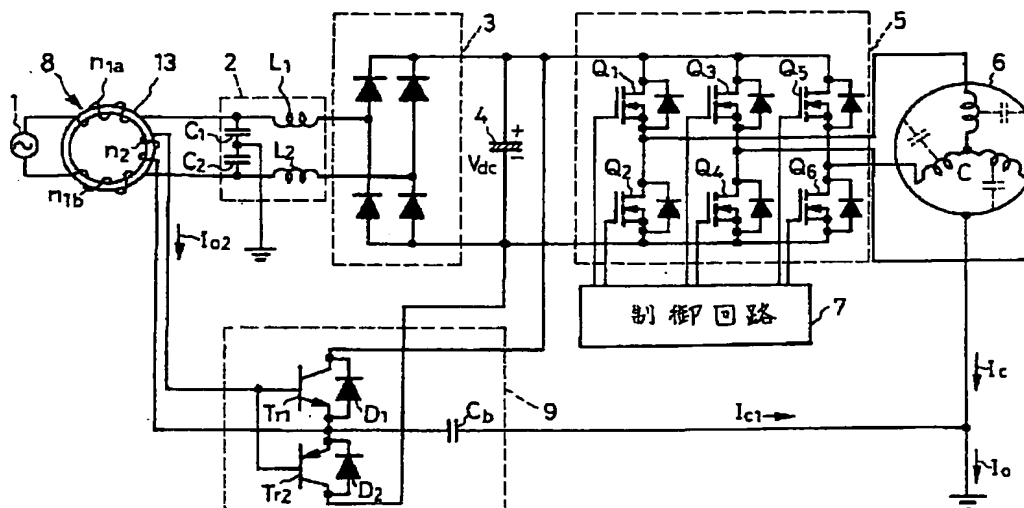


[Drawing 4]





[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-266677

(43) 公開日 平成9年(1997)10月7日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 7/48		9181-5H	H 0 2 M 7/48	E
	1/12		1/12	
H 0 3 H 7/09			H 0 3 H 7/09	A
H 0 3 K 17/16			H 0 3 K 17/16	F

審査請求 有 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-99254

(22) 出願日 平成8年(1996)3月27日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年9月29日～9月30日 電気学会北陸支部・その他主催の「平成7年度電気関係学会北陸支部連合大会」において文書をもって発表

(71) 出願人 000168850

高橋 勲

新潟県長岡市北山町4丁目463番地

(72) 発明者 高橋 勲

新潟県長岡市北山町4丁目463番地

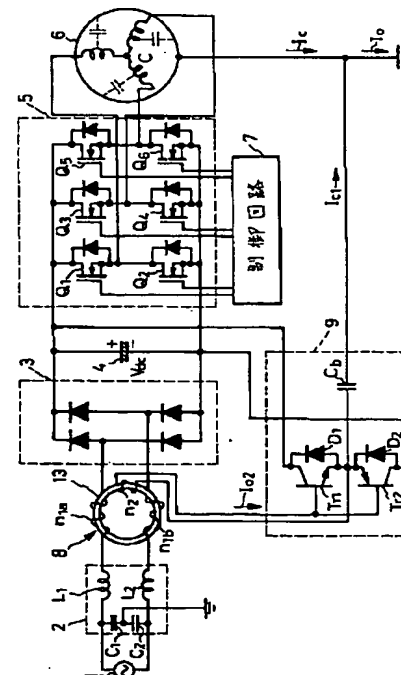
(74) 代理人 弁理士 高野 則次

(54) 【発明の名称】 電力変換装置のノイズ低減装置

(57) 【要約】

【課題】 電力変換装置のノイズを簡単な回路で良好に除去することができるノイズ低減装置を提供する。

【解決手段】 交流電源1と整流回路3と平滑用コンデンサ4とインバータ回路5とから成るインバータ装置に負荷として三相誘導電動機6を接続する。電源1と整流回路3との間に洩れ電流検出器8を接続する。平滑用コンデンサ4の一端と電動機6のケースとの間にNPN型の第1のトランジスタTr1を接続する。電動機6のケースと平滑用コンデンサ4の他端との間にPNP型の第2のトランジスタTr2を接続する。第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を洩れ電流検出器8の出力で駆動してコモンモードノイズを打ち消すための電流を注入する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スイッチング素子のオン・オフに基づいて電力を変換する電力変換装置におけるノイズ低減装置であって、  
電力ラインのノイズ電流を検出するノイズ検出手段と、  
前記ノイズ検出手段で検出されたノイズ電流にตอบสนองして前記ノイズ電流と逆向きのノイズ補償電流を形成し、このノイズ補償電流を前記電力変換装置のノイズ電流の流れているラインに供給するノイズ補償電流供給回路とを備えていることを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項2】 前記電力変換装置は、  
交流電源に接続された整流回路と、  
前記整流回路の一对の直流出力端子間に接続された平滑用コンデンサと、  
前記平滑用コンデンサに接続されたインバータ回路とからなり、  
前記ノイズ検出手段は、前記インバータ回路の負荷からグラウンドに流れる洩れ電流を検出するために前記交流電源と前記整流回路との間に接続された洩れ電流検出手段であり、  
前記ノイズ補償電流供給回路は、前記平滑用コンデンサの一端とグラウンドとの間に接続された第1の電流制御素子と前記平滑用コンデンサの他端とグラウンドとの間に接続された第2の電流制御素子との内の少なくとも一方を有し、前記第1及び第2の電流制御素子は前記洩れ電流検出手段で検出された電流にตอบสนองしてノイズ補償電流を供給するものであることを特徴とする請求項1記載のノイズ低減装置。

【請求項3】 前記電力変換装置は、  
交流電源に接続された整流回路と、  
前記整流回路の一对の直流出力端子間に接続された平滑用コンデンサと、  
前記平滑用コンデンサに接続されたインバータ回路と、  
前記交流電源と前記整流回路との間の電力ライン間に接続された第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの直列回路を含むラインフィルタと、から成り、  
前記ノイズ検出手段は、前記交流電源と前記第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの直列回路との間に接続されたノーマルモードノイズ検出手段であり、  
前記ノイズ補償電流供給回路は、前記平滑用コンデンサの一端と前記第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの相互接続点との間に接続された第1の電流制御素子と、前記相互接続点と前記平滑用コンデンサの他端との間に接続された第2の電流制御素子との内の少なくとも一方を有し、前記第1及び第2の電流制御素子は前記ノーマルモードノイズ検出手段で検出されたノーマルモードノイズにตอบสนองしてノイズ補償電流を供給するものであることを特徴とする請求項1記載のノイズ低減装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はインバータ装置等のスイッチング素子を含む電力変換装置におけるノイズ低減装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図1に示す従来のインバータ装置は、交流電源1にラインフィルタ2を介して接続された整流回路3と、整流回路3の一对の出力端子間に接続された平滑用コンデンサ4と、平滑用コンデンサ4に接続されたインバータ回路5とから成る。ラインフィルタ2は3相交流電源1と整流回路3との間の3本の電力ラインにそれぞれ直列に接続されたリアクトルLから成り、高周波ノイズ成分を除去する。インバータ回路5はIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）等のスイッチング素子Qを含み、このオン・オフによってパルス幅変調（PWM）された出力電圧V0を発生する。図1ではインバータ回路5の負荷として三相誘導電動機6が接続されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところでインバータ回路5の出力電圧V0はパルスの電圧であるので、誘導電動機6の各巻線とグラウンドとの間の静電容量即ちストレータキャパシタンスCに洩れ電流Icが $C \cdot dv/dt$ で流れる。スイッチング素子Qが第三世代IGBTの場合、 $dv/dt$ は $3000\text{V}/\mu\text{s}$ 程度なので、静電容量を $1000\text{pF}$ とすれば約3Aのパルス電流が流れる。このパルス電流は高周波のコモンモードノイズとして交流電源1と誘導電動機6とグラウンドから成る回路を流れる。ラインフィルタ2はノイズ除去の作用を有するが、スイッチング素子Qのオン・オフ周波数の上昇にともないノイズ除去効果を十分に得ることができなくなる。図1の電源1は三相であるが、単相の場合においても同様にコモンモードのノイズが発生する。また、三相誘導電動機6の中心点が接地されている場合にも洩れ電流即ち零相電流がコモンモードノイズとして流れる。上述のようなコモンモードノイズは感電の発生や、地絡ブレーカの動作の原因になる。なお、スイッチング素子を含む電力変換装置においては、電源1から負荷としての電動機6に至る回路を循環して流れるノーマルモードも問題になる。ノイズはリアクトルまたはリアクトルとコンデンサの組み合わせから成るフィルタによってある程度除去することができるが、ノイズ除去効果を高めるためには大きなリアクトルを使うことが必要になり、ノイズフィルタが大型且つ高価になる。

【0004】そこで、本発明の目的は、電力変換装置のノイズ低減装置の小型化、低コスト化及び高性能化を図ることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明は、スイッチング素子のオン・オフに基づいて電力を変換する電力変換装置におけるノイズ低減装置で

あって、電力ラインのノイズ電流を検出するノイズ検出手段と、前記ノイズ検出手段で検出されたノイズ電流に反応して前記ノイズ電流と逆向きのノイズ補償電流を形成し、このノイズ補償電流を前記電力変換装置のノイズ電流の流れているラインに供給するノイズ補償電流供給回路とを備えていることを特徴とするノイズ低減装置に係わるものである。なお、請求項2に示すように、コモンモードノイズを低減するように構成することができる。また、請求項3に示すようにノーマルモードノイズを低減するように構成することができる。

#### 【0006】

【発明の作用効果】各請求項の発明によれば、第1及び第2の電流制御素子の一方又は両方の働きによってノイズ成分を打ち消すための補償電流を注入することができる。即ちアクティブフィルタ動作によってノイズを低減することができる。従って、各請求項の発明によれば、リアクトル等の受動素子に基づくフィルタに比べて、ノイズ低減装置の小型化、低コスト化及び高性能化が可能になる。また、請求項2の発明によれば、コモンモードノイズの低減を容易且つ良好に達成することができる。また、請求項3の発明によれば、ノーマルモードノイズの低減を容易且つ良好に達成することができる。

#### 【0007】

【第1の実施例】次に、図2及び図3を参照して第1の実施例のインバータ装置を説明する。図2に示すインバータ装置は、交流電源1にラインフィルタ2を介して接続されたブリッジ型全波整流回路3と、この整流回路3の一对の出力端子間に接続された平滑用コンデンサ4と、この平滑用コンデンサ4に接続された三相インバータ回路5とから成る。ラインフィルタ2は一对の交流電源ライン間に接続され且つ互いに直列に接続された第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサC1、C2と一对の交流電源ラインにそれぞれ直列に接続された第1及び第2のリアクトルL1、L2とから成る。なお、コンデンサC1、C2は比較的低容量の高周波コンデンサであり、リアクトルL1、L2は比較的低インダクタンスが小さいものである。

【0008】インバータ回路5は、ソースがサブストレートに接続された構造の絶縁ゲート型電界効果トランジスタから成る第1及び第2のスイッチング素子Q1、Q2の直列回路を一对の直流電源ライン間に接続し、更に第3及び第4のスイッチング素子Q3、Q4の直列回路と第5及び第6のスイッチング素子Q5、Q6の直列回路とを一对の直流電源ライン間に接続した周知の三相ブリッジ型インバータである。第1～第6のスイッチング素子Q1～Q6は制御回路7から供給されたPWMパルスによって周知の方法でオン・オフ制御される。

【0009】インバータ回路5の三相出力ラインは図2で概略的に示されている1.5kWの三相誘導電動機6の各相巻線に接続されている。電動機6はグラウンドとの

間に静電容量Cを有している。従って、インバータ回路5から出力されるパルス状電圧を電動機6に印加すると、グラウンドに洩れ電流即ちコモンモードのノイズ電流が流れる。なお、電源1側における洩れ電流の経路は、電源1の接地ライン（図示せず）、ラインフィルタ用コンデンサC1、C2の接続点とグラウンドとの間、及び交流電源ラインのストレートキャパシタンスである。

【0010】図2のインバータ装置は、ノイズ検出手段としての洩れ電流検出器8と、ノイズ補償電流供給回路9とから成るノイズ低減装置を有する。洩れ電流検出器8はフェライトから成る環状コア13と2つの1次巻線n1a、n1bと1つの2次巻線n2とから成る零相CTであって、一对の電源ラインの電流の差から成る洩れ電流（零相電流成分）I<sub>se</sub>を検出する。このため、2つの1次巻線n1a、n1bは交流電源1と整流回路3との間の一对の電源ラインにそれぞれ直列に接続されている。なお、コア13の断面積は50mm<sup>2</sup>であり、1次巻線n1a、n1b及び2次巻線n2のターン数は10である。

【0011】ノイズ補償電流供給回路9は、第1及び第2の電流制御素子としての第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2と、第1及び第2のダイオードD1、D2と、結合コンデンサCbとから成る。NPN型の第1のトランジスタはTr1は平滑用コンデンサ4の一端と電動機6の鉄心又はフレーム又はカバーとの間に静電容量が1000pF、耐圧1V<sub>K</sub>の結合コンデンサCbを介して接続されている。PNP型の第2のトランジスタTr2は平滑用コンデンサ4の他端と電動機6の鉄心又はフレーム又はカバーとの間に結合用コンデンサCbを介して接続されている。第1のトランジスタTr1はNPN型であり、第2のトランジスタTr2はPNP型であり、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は互いに逆の極性を有する。第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2のベース（制御端子）は零相電流検出器8の一方の出力ラインに接続され、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2の相互接続点は零相電流検出器8の他方の出力ラインに接続されている。従って、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は互いに逆に動作する。第1及び第2のダイオードD1、D2は第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を保護するためにこれ等に逆並列に接続されている。なお、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は高電流増幅率、高周波、高耐圧であることが要求され、 $h_{fe}=200$ 、 $f_T=140\mu\text{Hz}$ 、 $V_{CE0}=\pm 160\text{V}$ のものである。また電動機6のカバーはアース線によってグラウンドに接続されている。

【0012】次に、図2のインバータ装置の動作を説明する。電源1の交流電圧は整流回路3で整流される。整流回路3の出力電圧は平滑用コンデンサ4で平滑されてインバータ回路5の入力電圧となる。三相インバータ回路5の第1～第6のスイッチング素子Q1～Q6は周知のPWMパルスでオン・オフ制御される。三相誘導電動機

6はインバータ回路5の出力電圧で駆動される。

【0013】図1で説明したように負荷としての電動機6とグランドとの間には静電容量Cがある。従って、インバータ回路5からパルス的に電圧が印加される毎に静電容量Cを通して洩れ電流即ち零相電流 $I_c$ が流れる。洩れ電流検出器8は整流回路3の入力ラインにおいて洩れ電流を検出し、第1及び第2のトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ を駆動する。洩れ電流検出器8即ちCTの巻数比Nは小さい方がよい。実際の零相電流の値 $I_{01}$ と洩れ電流検出器8の出力電流 $I_{02}$ の間には $I_{01} = N I_{02}$ の関係がある。洩れ電流検出器8の出力電流 $I_{02}$ が第1及び第2のトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ のベースに流入すると、これがトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ で増幅される。第1のトランジスタ $Tr1$ がオンの時には、平滑用コンデンサ4と第1のトランジスタ $Tr1$ と結合コンデンサCbと電動機6の静電容量Cとインバータ回路5の下側のスイッチング素子Q2、Q4、Q6のいずれかとから成る閉回路にノイズ補償電流が流れ、電動機6の洩れ電流即ち零相電流を打ち消す。第1のトランジスタ $Tr1$ の電流増幅率を $h_{fe}$ とすれば、第1のトランジスタ $Tr1$ を通して供給される補償電流 $I_{c1}$ は $h_{fe} I_{02}$ である。 $I_{02}$ は $N I_{01}$ であるので、 $I_{c1}$ は次式で示される。

$$I_{c1} = h_{fe} I_{02} \\ = h_{fe} (N I_{01})$$

洩れ電流検出器8の1次側の電流 $I_{01}$ は次式で示される。

$$I_{01} = I_c - I_{c1} \\ = I_c - h_{fe} (N I_{01})$$

従って、 $I_{01}$ の値は次式で決定される。

$$I_{01} = I_c / (1 + N h_{fe})$$

この式から明らかなように $N h_{fe}$ の値を大きくすると、交流電源ラインにおける電流（洩れ電流成分） $I_{01}$ は小さく成る。今、 $N = 1$ 、 $h_{fe} = 100$ とすれば

$$I_{01} = I_c / 101$$

となり、電動機6の洩れ電流を $1/100$ 以下にすることができる。

【0014】第2のトランジスタ $Tr2$ がオンの時には、平滑用コンデンサ4とインバータ回路5の上側のスイッチング素子Q1、Q3、Q5のいずれかと電動機6の静電容量Cと結合コンデンサCbと第2のトランジスタ $Tr2$ の閉回路でノイズ補償電流 $I_{c1}$ が流れる。このノイズ補償電流によるノイズ低減効果は第1のトランジスタ $Tr1$ がオンの時と同様に生じる。図2のノイズ低減制御系は、比例制御フィードバック系となっており、アクティブ的に洩れ電流を補償する。なお、結合コンデンサCbはDCカット用であり、耐圧試験の時に必要になる。

【0015】図3は図2の洩れ電流 $I_c$ と補償電流 $I_{c1}$ とアース線の電流 $I_0$ の測定波形を示す。これから明らかなように洩れ電流を補償前の2%以下にすることができる。また、図2の回路では第1及び第2のトランジスタ

の $Tr1$ 、 $Tr2$ が互いに逆極性であるから、1つの2次巻線n2の出力で2つのトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ の制御が可能になり、回路構成が簡単になる。

【0016】

【第2の実施例】次に、図4を参照して第2の実施例のインバータ装置を説明する。但し、図4において図2と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図4のインバータ装置は、ノーマルモードノイズ検出器8a及びノーマルノイズを低減するためのノイズ補償電流供給回路9aを有する。ノーマルモードノイズ検出器8aは、電源1とラインフィルタ2との間に設けられたトランス即ちCT11とノイズ成分抽出用フィルタ12とから成る。CT11は、一対の交流電源ラインに直列に接続された第1及び第2の1次巻線n1a、n1bと出力巻線n2とを環状磁性体コア13に巻回することによって構成されている。CT11の出力巻線n2には1次巻線n1a、n1bの電流の和が得られる。ノーマルモードノイズは正常な電流と同様に流れるので、ノイズ電流と正常電流は周波数によって区別する。電源1は商用交流電源であって例えば50Hzの低周波であるので、2次巻線n2に接続されたフィルタ12は、電源1の交流電圧の周波数よりも高い周波数成分を抽出するように構成する。

【0017】フィルタ12の一方の出力ラインはNPN型の第1のトランジスタ $Tr1$ のベースとPNP型の第2のトランジスタ $Tr2$ のベースとに接続され、他方の出力ラインは第1及び第2のトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ の相互接続点に接続されている。

【0018】第1のトランジスタ $Tr1$ のコレクタは図2と同様に平滑用コンデンサ4の上側端子に接続され、第2のトランジスタ $Tr2$ のコレクタは平滑用コンデンサ4の下側端子に接続されている。第1及び第2のトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ の相互接続点はラインフィルタ2の2つのコンデンサC1、C2の相互接続点に接続されている。

【0019】図4のインバータ回路5のスイッチング素子Q1～Q6は図2と同様に例えば20kHz程度の高い周波数でオン・オフされる。図4の回路において、第1及び第2のトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ によるノイズ補償電流の供給が行われない場合には、第1～第6のスイッチング素子Q1～Q6のオン・オフによってノーマルモードのノイズが発生する。ノーマルモードのノイズは、例えば電源1とリアクトルL1と整流回路3の上側ダイオードとインバータ回路5の上側のスイッチング素子と電動機6とインバータ回路5の下側のスイッチング素子と整流回路3の下側のダイオードとリアクトルL2との閉回路に流れる。リアクトルL1及びL2は高周波ノイズを抑制する作用を有するが、ノイズの全部を除去することはできない。従って、電源1にノイズ電流が流れる。そこで、図4の回路ではノーマルモードノイズ検出

器8aによって高周波のノーマルモードノイズを検出し、これによって第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を駆動する。第1のトランジスタTr1がオンの時には、これによってノイズ成分を打ち消すための補償電流が供給される。

【0020】

【変形例】本発明は上述の実施例に限定されるものでなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 図2の回路を変形して図5に示すようにラインフィルタ2を洩れ電流検出器8と整流回路3との間に接続することができる。

(2) 図2の電源1を三相交流電源とし、整流回路3を三相ブリッジ整流回路とし、洩れ電流検出器8を三相の零相電流検出器とすることができる。

(3) スwitchング素子Q1～Q6をバイポーラトランジスタとすること、トランジスタTr1、Tr2をFET等の別の電流制御素子とすることができる。

(4) インバータ回路5を单相インバータ回路にすることができる。

(5) 1つの方向のノイズ成分のみを抑制する場合に

は第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2の内の一方を省くことができる。

(6) 誘導電動機6の3つの巻線の中点即ち三相負荷の中点をグランドに接続する回路に対しても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のインバータ装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例のインバータ装置を示す回路図である。

【図3】図2の各部の電流を示す波形図である。

【図4】第2の実施例のインバータ装置を示す回路図である。

【図5】変形例のインバータ装置を示す回路図である。

【符号の説明】

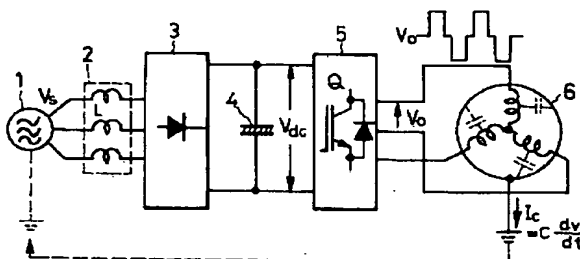
5 インバータ回路

6 誘導電動機

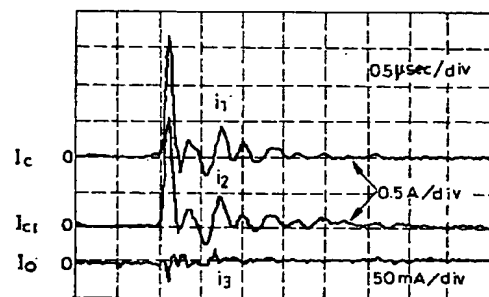
8 洩れ電流検出器

Tr1、Tr2 補償電流供給用トランジスタ

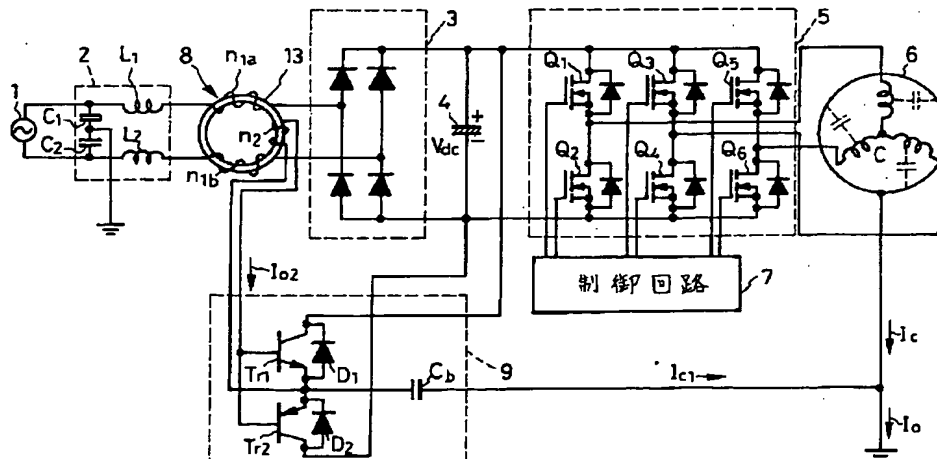
【図1】



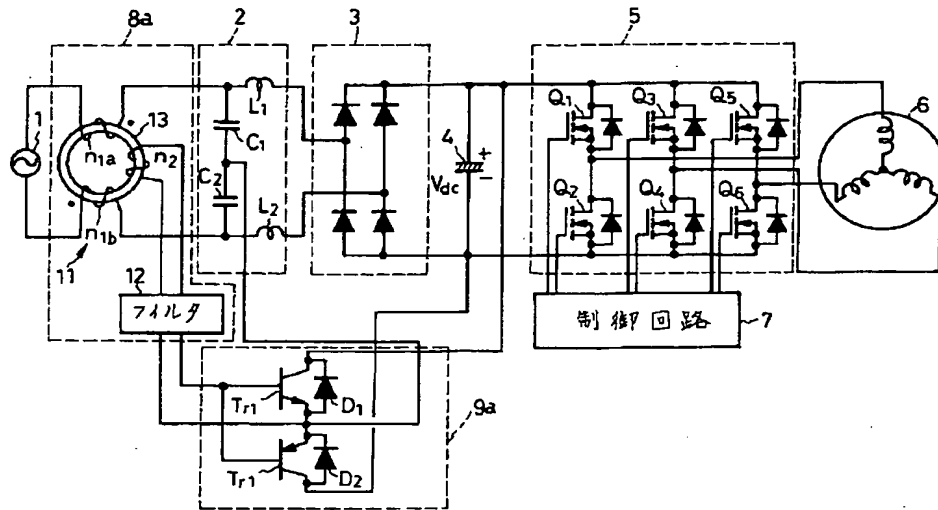
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

